

VOLOVOD (*Orobanche cumana* Wallr.) I MOGUĆNOST NJEGOVOG SUZBIJANJA GENETSKIM I HEMIJSKIM PUTEM

Dragan Škorić, Siniša Jocić

*Volovod (*Orobanche cumana* Wallr.) se naglo širi u Vojvodini u prethodnih 5-8 godina. Dominantno je prisutna rasa E volovoda kod nas i novosadski hibrid Bačvanin, Perun i Šumadinac su otporni prema ovoj rasi.*

Naglo širenje novih rasa volovoda u više zemalja (Španija, Turska, Bugarska, Rumunija, Ukrajina, Rusija, Kina....) primoralo je naučne radnike da bolje prouče mehanizam parazitiranja i mehanizam otpornosti suncokreta prema ovoj parazitnoj cvetnici.

*Izvori otpornosti prema volovodu nalaze se u više divljih vrsta suncokreta, uz napomenu da je najveća frekvencija gena za otpornost skoncentrisana u *H. tuberosus*-u. Postojanje gena otpornosti prema volovodu u divljim vrstama, omogućava oplemenjivačima stvaranje otpornih hibrida. Upotreba molekularnih markera omogućava ubrzano stvaranje otpornih hibrida prema volovodu.*

*Nove rase volovoda koje ne može kontrolisati dominantni gen *Or₅* (rasa E) su se pojavile u više država, ali su najzastupljenije u Turskoj i Španiji. Nisu još pronađeni izvori otpornosti prema nekim novim rasama i nije dovoljno proučena genetika otpornosti.*

Sve rase volovoda mogu se uspešno suzbijati i hemijskim putem i to gajenjem IMI-resistance hibrida (RIMI) uz primenu odgovarajućih herbicida iz grupe imidazolinona.

Ključne reči: *Suncokret, volovod, rasa, otpornost, oplemenjivanje*

BROOMRAPE (*Orobanche cumana* Wallr.) AND ITS POSSIBLE CONTROL BY GENETIC AND CHEMICAL MEANS

*Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) has been spreading rapidly in the province of Vojvodina in the past five to eight years. The dominant race of the pathogen in our country is race E. The Novi Sad hybrids Bačvanin, Prun and Šumadinac have resistance to it.*

The sudden spread of new broomrape races in Spain, Turkey, Bulgaria, Romania, Ukraine, Russia, China and others has forced scientists to better study the broomrape parasitization mechanism and the mechanism of sunflower resistance to this floriferous parasite.

*Sources of resistance to broomrape can be found in a number of wild sunflower species, with *H. tuberosus* having the highest frequency of the resistance genes. The presence of broomrape resistance genes in the wild species has enabled breeders to develop hybrids resistant to this pathogen. Use of molecular markers allows rapid development of broomrape-resistant hybrids.*

*New races of the parasite that cannot be controlled by the dominant gene *Or₅* (race E) have appeared in a number of countries, most notably Turkey and Spain. No resistance sources have been found yet for some of the new races and genetics of the resistance has not been sufficiently studied to date.*

All broomrape races can be successfully controlled by chemical means as well, namely by growing IMI-resistant hybrids (RIMI) in synchrony with the application of appropriate imidazolinone-based herbicides.

Key words: *Sunflower, broomrape, race, resistance, breeding*

UVOD

U rodu *Orobanch* ima preko 100 vrsta (species). Određene vrste roda *Orobanch* napadaju različite biljne vrste. Od gajenih biljnih vrsta volovod (*Orobanch*) napada suncokret, duvan, konoplju, bob, krompir, paradajz, krastavac, grašak, pasulj i neke druge. Suncokret napada vrsta *Orobanch cumana* Wallr. Na suncokretu prvi put je primećen volovod u Rusiji od strane Oldanov-a (1886) – prema navodu Kukina (1982). Naglo se proširio u svim regionima gajenja suncokreta u SSSR početkom XX veka. Kod nas je primećen na suncokretu pred Drugi svetski rat. Na početku pojave volovoda na suncokretu postojala je samo jedna rasa, koju su ruski oplemenjivači nazvali rasom A. Kasnije, početkom XX veka, naglo se proširila nova rasa B, koja je bila mnogo agresivnija.

Prema navodima Morozova (1947), Ždanov je tridesetih godina XX veka utvrdio da otpornost prema rasi B postoji u nekim divljim vrstama (*H. tuberosus*; *H. maximiliani*, *H. mollis*). On je u kratkom vremenskom periodu stvorio na bazi dotičnih divljih vrsta više otpornih sorti prema rasi B. Paralelno u VNIIMK, Krasnodaru, Pustavojt je takođe stvorio više otpornih sorata prema rasi B.

U našoj zemlji, sve do pred kraj XX veka, bila je stabilna rasa B volovoda prema kojoj su bile otporne ruske sorte, a kasnije novosadski hibridi. Nakon toga došlo je do pojave nove rase E, na severu Bačke i Banata, koja se naglo širi po Vojvodini.

MEHANIZAM PARAZITIRANJA VOLOVODA NA SUNCOKRETU

Seme volovoda je sitno i brzo se širi vetrom, mehanizacijom (kombajnom) i semenom. Seme može da ostane u zemlji 15-20 godina i nakon toga da proklija.

Za proključavanje semena volovoda neophodno je da biljke osetljivog genotipa preko korenovog sistema izluče određene stimulatore, koji će omogućiti klijanje semena volovoda. Matusova et al. (2004) navodi da postoji više stimulatora i to: sorgolactone, orobanchol, strigol alectrol i drugi. Ona je utvrdila da je moguće i sintetizovati stimulatore klijavosti (GR24). Seme proklija i ima oblik končića, koji se, kada dođe u dodir sa korenom biljke hraniteljke, proširuje u haustorium. Od haustorijuma se razvija klinasti izraštaj koji prodire u koren sve do kombija. Kombijalne ćelije bivaju nadražene i nastaje njihova ubrzana deoba, usled čega napadnuti deo korena zadeblja. Zatim nastaje povezivanje sitastih cevi i traheja parazita i biljke hraniteljke. Na suprotnoj strani končića formira se pupoljak prekriven ljuspastim

listovima. Iz ovog pupoljka se razvija žutozeleno stablo visine 10-30 cm, na čijem se vršnom delu obrazuju cvetovi. Od haustorijuma i primarnog klinastog izraštaja razvijaju se sekundarni izraštaji koji se zrakasto šire i uspostavljaju nove kontakte s biljkom hraniteljkom. U blizini sekundarnih izraštaja – sisaljki, formiraju se novi adventivni pupoljci koji daju nova stabla parazitne cvetnice. Oplodnja nastaje putem oprašivača ili samooplodnjom. Na kraju formira se velik broj sitnih semena (Aćimović, 1983).

MEHANIZAM OTPORNOSTI SUNCOKRETA PREM VOLOVODU (*Orobanch cumana* Wallr.)

Velik broj autora je ispitivao ovaj fenomen. Navode se različiti faktori koji kontrolišu otpornost suncokreta prema volovodu. Neki od autora navode da je pH vrednost ćelijskog soka važna u mehanizmu otpornosti. Pančenko i Antonova (1975) došli su do zaključka da se zaštitna reakcija (biljaka) suncokreta svodi na to što dolazi do nakupljanja u povređenim ćelijama domaćina lignina i njegovih predjednica, a u rezultatu haustorija gubi sposobnost snabdevanja vodom i hranljivim materijama iz ćelija domaćina. Pored nakupljanja lignina, Wegmann (2004) ističe značaj kod otpornih genotipova deficit stimulatora klijavosti ("low stimulant"), odnosno prisustvo inhibitora klijavosti semena volovoda. Isti autor navodi da hemijska odbrana izgrađivanjem mehaničkih barijera (npr. putem lignifikacije u reakciji katalizovanoj peroksidazom ili korišćenjem fitoaleksina kao odbranbenih supstanci) može biti uspešna. Zatim, nedostatak haustorijumskih induktora sprečava zarazu volovodom.

Sauerborn et al. (2002) su utvrdili da tretiranje semena suncokreta sa 40 ppm benzotiadizolom (benzo(1,2,3) eiazol-7-tiokarbonske kiseline S-metilestar/BTH) u trajanju od 36 sati sprečava pojavu volovoda u komorama za posmatranje korena (84%), a u saksijama čak 95%. Dakle, njihovi rezultati pokazuju da fenomen indukovane otpornosti nije ograničen samo na virusna, bakterijska i gljivična obolenja, već i na parazitne cvetnice (volovod).

Labrousse et al. (2001 i 2004.) konstatuju, na osnovu sopstvenih rezultata, da kod otpornih genotipova suncokreta (LR₁) histološkim posmatranjem mesta interakcije između biljke domaćina i parazita uočeno je prisustvo nekoliko mehanizama otpornosti kao što su taloženje u ćelijskom zidu, začepljivanje traheja i dezorganizacija ćelija volovoda.

OPLEMENJIVANJE SUNCOKRETA NA OTPORNOST PREMA VOLOVODU (*Orobancha cumana* Wallr.)

Velik doprinos oplemenjivanju suncokreta prema rasi A i B dali su ruski oplemenjivači Ždanov i Pustavojt koji su tridesetih godina XX veka stvorili sorte otporne prema dotičnim rasama. Značajno mesto u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema volovodu pripada Galini Pustavojt koja je u periodu od 1960-1980 godine stvorila više sorti putem interspecies hibridizacije koristeći *H. tuberosus*. Ove sorte su poslužile mnogim oplemenjivačima suncokreta za stvaranje linija i hibrida otpornih prema rasama volovoda.

Vranceanu et al. (1980) su izvršili najdetaljnija istraživanja genetske otpornosti suncokreta prema volovodu. Oni su utvrdili da postoji pet fizioloških (A, B, C, D i E) unutar populacije volovoda iz regiona Braila (Rumunija). Isti autori su otkrili diferencijalne linije i pet različitih dominantnih gena (Or_1 , Or_2 , Or_3 , Or_4 i Or_5) koji kontrolišu otpornost prema rasama A, B, C, D i E. Sa pojavom rase F volovoda u Rumuniji pristupilo se pronalaženju izvora otpornosti. Prema rezultatima Pacureanu - Joita et al. (1998) izvor otpornosti pronađen je u liniji LC-1093, koja vodi poreklo iz ruskih sorti dobijenih interspecies hibridizacijom na bazi *H. tuberosus* (Tabela 1).

Tabela 1. Diferencijalne linije i geni otpornosti prema različitim rasama volovoda (*Orobancha cumana*, Wallr.)
Table 1. Differential lines and genes for resistance to different races of broomrape (*Orobancha cumana*, Wallr.)

Diferencijalne linije Differential line	Geni otpornosti /Resistance gene	Rase volovoda/Broomrape race					
		A	B	C	D	E	F
LC-1093	Or_6	R	R	R	R	R	R
P-1380-2	Or_5	R	R	R	R	R	S
S-1358	Or_4	R	R	R	R	S	S
Record	Or_3	R	R	R	S	S	S
Idanov-8281	Or_2	R	R	S	S	S	S
Kruglik A-41	Or_1	R	S	S	S	S	S
AD-66	0	S	S	S	S	S	S

* M.Pacureanu-Joita et al, 1998.

NOVE RASE VOLOVODA U SVETU

Prethodnih 5-10 godina karakteriše pojava novih rasa volovoda u više zemalja. Konstatovano je postojanje rase F u Rumuniji, rasa F i G u Španiji, novih rasa u Turskoj, Bugarskoj, Ukrajini, Rusiji, Izraelu, Kini i Iranu. Egzaktno se još ne zna, zapravo koliko ima novih rasa volovoda u svetu. Situacija sa rasama A, B, C, D i E je jasna kao i izvori otpornosti i geni koji kontrolišu pojavu određenih rasa.

Naša je želja bila da sa kolegama iz pojedinih zemalja proverimo sa našim linijama i hibridima otpornost i rasni sastav volovoda u dotičnim zemljama.

Dobijeni rezultati u Turskoj, na tri lokaliteta, pokazuju postojanje više novih rasa volovoda (Tabela 2). Linije koje su otporne na rase A, B, C, D i E su osetljive što potvrđuje da se radi o novim rasama. Da bi se dobila realna ocena o novim rasama volovoda potrebno je izvesti egzaktna istraživanja

koristeći najnovije metode, a posebno molekularne markere.

Rezultati dobijeni u Rumuniji ukazuju da i u ovoj zemlji nije sve jasno oko rasnog sastava volovoda. Poznato je da su novosadske linije CMS-1-90, VL-A-8, Ha-26-OR otporne prema rasi E volovoda. Međutim, dobijeni rezultati u 2004. godini pokazuju određene kontradiktornosti. Slična je situacija i sa grupom korišćenih restorera (Tabela 3).

Takođe, paralelno ispitivanje otpornosti prema volovodu novosadskih linija u Srbiji, Bugarskoj i Španiji, pokazuju određene nejasnoće kod pojedinih linija. Recimo, linija BT-VL-20-A; BT-VL-24-A, PH-BC-2-67-A i neke druge, nisu se ponašale adekvatno prema očekivanju (Tabela 4). Ovi rezultati, takođe ukazuju na potrebu egzaktnijeg ispitivanja rasnog sastava volovoda na nivou Evrope.

Interesantna je Španija sa aspekta pojave novih rasa volovoda. Pre nekoliko godina u Anda-

Tabela 2. Testiranje NS – linija na otpornost prema novim rasama volovoda u Turskoj
Table 2. Testing of NS lines for resistance to new broomrape races in Turkey
 Godina 2004/Year 2004

Linija/Line	Lokalitet/Location		
	Kirklareli-Sutluce	Tekirdag Malkara-Dolukoy	Kocahidir
VL-A-8A	0 (R)	< 10 % (MR)	>50 (S)
BT-VL-7A	0 (R)	0 (R)	>50 (S)
CMS-1-122-A	>50 % (S)	100 % (S)	>50 (S)
OD-3369 A	100 % (S)	>50 (S)	>50 (S)
C-1006A	>50 % (S)	100 % (S)	100 % (S)
PH-BC-1-57A	0 (R)	>50 (S)	100 % (S)
PH-BC-2-94A	0 (R)	>50 (S)	100 % (S)
PH-BC-2-64A	0 (R)	0 (R)	100 % (S)
CMS-1-223-A	>50% (S)	>50 (S)	>50 (S)
BT-VL-20A	0 (R)	0 (R)	0 (R)
BT-VL-24A	0 (R)	>50 (S)	0 (R)
BT-VL-14A	0 (R)	0 (R)	>50 (S)

Tabela 3. Stepen otpornosti različitih hibrida prema rasi F (RD) volovoda
Table 3. Resistance levels of different hybrids to broomrape race F (RD)
 Lokalitet/Location: BRAILA (Romania); Godina: 2004/Year 2004

No.	Hybrids	Pedigree	No. of broomrape plants/row	Infestation degree (%)	Type of resistance
1	SELECT (check)		-	81.3	VS
2	NS-H-90	CMS-1-90 A X RHA-SU	3(1); 0(2); 0 (3); 4(4)	0.40	MR
3	NS-H-90103	CMS-1-90 A X RHA-ST-103	0	0	R
4	NS-H-9072	CMS-1-90 A X RHA-M-72	24(1); 15(2); 9(3); 14(4)	19.75	S
5	NS-H-872	VL-A-8A X RHA-M-72	0(1); 1(2), 2(3); 0(4)	0.30	MR
6	NS-H-8	VL-A -8A X RHA –SU	0	0	R
7	NS-H-81403	VL-A-8A XRHA-ST-103	0	0	R
8	NS-H-1001	Ha-26-A X RHA-SU	0	0	R
9	NS-H-26284	Ha-26A OR-A X FT-284	5(1); 2(2); 5(3); 2(4)	0.85	MR
10	NS-H-2618	Ha-26 OR-A X RHA-LR-18	10(1); 8(2); 17(3); 9(4)	11.40	S
11	NS-H-2620	Ha-26 OR-A X RHA-TR-20	4(1); 3(2); 7 (3); 4(4)	1.35	MR
12	NS-H-2013	Ha-26 OR-A X RHA-ST-103	4 (1); 1(2); 3(3); 1(4)	0.7	MR

luziji se pojavila rasa F koja je masovno ugrozila proizvodnju, a u centralnoj Španiji rasa G [Melero Vera et al. (2004) i Fernandez-Martinez et al. (2004)]. Prema rezultatima Fernandez-Martinez et al. (2004) selekcionisane su inbred linije iz novosadske populacije dobijene na bazi *H. tuberosus*: P-96, K-96, R-96 koje su otporne prema rasama E i F, kao i linija L-86 dobijena iz drugog genetskog izvora. Ove linije su osetljive ili pokazuju segregaciju otpornosti prema rasi G. Prema istim autorima karakteristično je ponašanje linija dobijenih na bazi divljih vrsta suncokreta iz novostvorenih populacija: BR-1, BR-2, BR-3 i BR-4 (Jan et al., 2002.). Fernandez-Martinez et al. (2004) navode različite slučajeve otpornosti kada su u pitanju do-

tične 4 populacije. Ima slučajeva da je otpornost prema volovodu kontrolisana sa dva recesivna gena. Zatim, pojedine linije koje su stvorene na bazi *H. divaricatus* i *H. grosseserratus*-a iz dotičnih populacija poseduju jedan dominantan gen za otpornost prema volovodu. Ima slučajeva gde je otpornost kontrolisana sa jednim dominantnim plus jednim recesivnim genom. Znači da sistem otpornosti zavisi od rase volovoda i različitih izvora otpornosti.

Karakteristično je posmatrati populacije: BR-1, BR-2, BR-3 i BR-4 u pogledu otpornosti na rasu E u našim uslovima. Jedino novostvorene linije na bazi populacije BR-3 imaju praktičan značaj (Tabela 5), dok preostale 3 populacije nemaju oplemenjivački značaj.

Tabela 4. Testiranje novosadskih linija suncokreta na otpornost prema volovodu (Srbija, Bugarska i Španija)

Table 4. Testing of NS sunflower lines for broomrape resistance (Serbia, Bulgaria and Spain)

No.	LINES	NOVI SAD - SERBIA		BULGARIA -DAI		SPAIN			
		Infested plot - PAČIR		LAB-TEST		LAB-TEST RACE -E		LAB-TEST RACE - F	
1	C-1006-A	12/0	R	0	R	14/0	R	14/14	S
2	PH-2-152-A	0/12	S	100	S	14/2	MR	14/12	S
3	PH-BC-2-67-A	12/0	R	100	S	14/3	MR	14/14	S
4	PH-BC-2-94-A	8/2	MR	100	S	14/2	MR	14/7	MR
5	PH-BC-2-64-A	3/6	S	100	S	14/0	R	14/4	S
6	CMS-1-90-A	12/0	R	0	R	14/0	R	14/4	S
7	CMS-1-74-A	0/12	S	100	S	12/11	S	13/13	S
8	CMS-A-122-A	10/0	R	0	R	14/0	R	14/14	S
9	BT-VL-7-A	7/3	MR	0	R	14/2	MR	14/14	S
10	BT-VL-16-A	11/0	R	0	R	14/0	R	14/11	S
11	BT-VL-20-A	4/8	S	44	MR	11/0	R	20/0	S
12	OD-3369-A	11/0	R	0	R	12/0	R	12/2	MR
13	CMS-1-223-A	7/5	MR	90	MR	12/2	MR	19/6	MR
14	PH-BC-1-57-A	2/9	S	100	S	9/2	MR	7/0	S
15	CMS-1-222-A	0/11	S	89	MR	13/0	R	14/1	S
16	BT-VL-24-A	5/7	MR	100	S	13/1	R	12/3	MR

Tabela 5. Stepen otpornosti prema rasi E u našoj zemlji germplazma-populacija dobijenih na bazi divljih vrsta suncokreta (S_3 -generacija)**Table 5.** Resistance levels to broomrape race E of germplasm populations obtained based on wild species (S_3 -generation)

No.	Oznaka interspecies populacije Interspecific population	Broj otpornih homozigotnih linija No. of resistant homozygous lines	Broj heterozigotnih linija na otpornost prema volovodu No. of resistant heterozygous lines
1	BR-1	0	22
2	BR-2	9	21
3	BR-3	23	0
4	BR-4	9	2

*germplasm populations: C.C.Jan et.al., 2002.
Crop Sci. 42: 2217-2218.

KORIŠĆENJE MOLEKULARNIH MARKERA U OPLEMENJIVANJU SUNCOKRETA NA OTPORNOST PREMA VOLOVODU

Oplemenjivači suncokreta u svetu koriste različite metode za testiranje suncokreta na otpornost prema volovodu (*Orobancha cumana* Wallr.) Najčešći metod testiranja selekcionog materijala je na parceli koja je jako zaražena volovodom u prethodnim godinama. Ovaj metod može imati slabosti ukoliko dotična parcela nije ravnomerno zaražena sa volovodom. Takođe, veoma često se koriste kofe ili druge posude koje su napunjene smešom zemlje i peska u koje se seje suncokret i unosi seme volovoda. Metoda može biti uspešna ukoliko se vodi računa o vlažnosti u posudama i temperaturi, a naročito ukoliko se eksperiment izvodi u toku zime u stakleniku. Jedan od korisnih metoda za testiranje otpornosti jeste izvođenje eksperimenata u tubama (epruvete) u stakleniku gde je podloga smeša peska, zemlje i perlita, uz unošenje određene količine semena volovoda. Korišćenje ove metode, na malom prostoru, u roku od 4-5 nedelja, omogućava testiranje velikog broja genotipova. I ovaj metod ima svojih slabosti. U novije vreme se koristi i mnogo precizniji metod – “hydroponic co-culture” (Labrousse et al., 2004.)

Razvojem modernih metoda biotehnologije došlo je do njihove primene i u testiranju otpornosti suncokreta prema volovodu i drugim patogenima Tang et al. (2002.) Tako su među prvima Lu et al. (1999), korišćenjem RFLP–tehnike, otkri-

li molekularne markere za gen Or_5 (rasu E). Do sličnih rezultata su došli i Tang et al., (2003), kao i Sukno et al. (1999).

Značajne rezultate u korišćenju molekularnih markera u oplemenjivanju suncokreta prema rasama volovoda su postigli Perez-Vich et al. (2004) kao i Perez et al. (2004 b). Na osnovu QTL-s, RFLP i SSR markera, koristeći materijal u segregaciji, došli su do zaključka da je otpornost prema rasi E kontrolisana sa 5 markera, a prema rasi F sa 6 markera (Tabela 6).

Tabela 6. QTS-s povezani za otpornost prema rasi E i F volovoda**Table 6.** QTSs linked to resistance to broomrape races E and F

Begona Perez-Vich et al. 2004.

Rasa E (5)	or 1.1, or 3.1, or 7.1, or 13.1. or 13.2.
Rasa F (6)	or 1.1, or 4.1, or 5.1, or 13.1, or 13.2, or 16,1

- Genetske linkage maps koristeći RFLP i SSR markere su konstruisane koristeći generacije materijala u cepanju.
- QTSs markeri za rasu F su utvrđeni na 7 od 17 linkage maps.

Ioras et al. (2004) su koristeći RAPD i SSR markere došli do zaključka da se mogu uspešno koristiti u MAS (Marker Assisted Selection) na otpornost prema rasi F volovoda. Oni zaključuju da RAPD markeri: USC 73, UBC 318, UBC 264, UBC 685, kao i OP-A 17 mogu opredeliti otpor-

nost prema rasi F volovoda. Takođe uspešno mogu poslužiti i SSR markeri: ORS 1:14, ORS 1036 (Oregon State University). Sa sigurnošću se može konstatovati da će u narednim godinama molekularni markeri igrati odlučujuću ulogu u selekciji suncokreta na otpornost prema volovodu.

STANJE U OPLEMENJIVANJU SUNCOKRETA NA OTPORNOST PREMA VOLOVODU U NAŠOJ ZEMLJI

Do pojave rase E na severu Bačke i Banata pre 5-7 godina, svi novosadski hibridi su bili otporni prema dominantnoj, do tog vremena, rasi B. Sa pojavom rase E prišlo se ubrzanom stvaranju linija i hibrida otpornih prema ovoj rasi. Prvi otporni hibrid prema rasi E je Bačvanin. Zatim slede Perun, Šumadinac i Bačo. Hibridi Bačvanin i Perun su pokazali u masovnoj proizvodnji svoju produktivnost, kao i otpornost prema rasi E volovoda.

Uzimajući u obzir da se rasa E volovoda naglo širi u Vojvodini, neophodno je da u naredne 3-4 godine budu u proizvodnju uvedeni samo novi hibridi koji će biti otporni prema volovodu. Iz ovih razloga u Institutu u Novom Sadu se sprema jedna

nova generacija hibrida. Već je stvoren velik broj novih linija majki otpornih prema rasi E volovoda (Tabela 7). Pored toga, završava se ciklus stvaranja veće serije restorer linija otpornih prema rasi E volovoda. Na osnovu nove germplazme moći će se u svakoj narednoj godini ponuditi po nekoliko novih hibrida otpornih prema rasi E volovoda. Pored toga stvaraju se linije i hibridi koji će biti otporni prema novih rasama volovoda u drugim državama (Rumunija, Bugarska, Turska, Ukrajina, Rusija....).

Postoji mogućnost uspešnog suzbijanja svih rasa volovoda i hemijskim putem, pod uslovom da se stvore hibridi otporni prema određenim grupama herbicida. U novosadskom Institutu na bazi gena iz jedne populacije divljeg *H. annuus* (iz Kanzasa) stvoreni su hibridi RIMI i VITALKO koji su otporni prema herbicidima iz grupe imidazolinona. U našoj zemlji iz ove grupe herbicida je priznat herbicid PULSAR 40. Gajenjem hibrida RIMI i VITALKO uz obaveznu upotrebu herbicida PULSAR 40 uspešno se uništavaju korovi i istovremeno populacija volovoda. Rezultati ostvareni u masovnoj proizvodnji u 2004. godini sa gajenjem RIMI-ja i primenom PULSAR 40 pokazuju opravdanost suzbijanja volovoda ovom tehnologijom.

Tabela 7. Nove B-inbred linije suncokreta otporne prema rasi E volovoda

Table 7. New B-inbreds of sunflower resistant to broomrape race E

IZVORI OTPORNOSTI RESISTANCE SOURCE	BROJ OTPORNIH LINIJA NO. OF RESISTANT LINES
Postojeći NS – genfon ⁽¹⁾ / Existing NS gene pool	30
Novostvorene NS linije ⁽²⁾ / New NS lines	50
Otporne sortne populacije ⁽³⁾ / Resistant varietal populations	101

⁽¹⁾ Postojeći NS – genfond: Prosta ukrštanja + geen pol + samooplodnja / Existing NS gene pool: Simple crosses + gene pool + self-pollination

⁽²⁾ Konvergentna ukrštanja: između linija CMS-1-90, VK-A-8, PH-BC-1-53, L-19 i Ha 26./Convergent crosses among lines CMS-1-90, VK-A-8, PH-BC-1-53, L-19 and Ha 26

⁽³⁾ Sortne populacije: Azovskii, Donskoi-60, Harkovskii-7 + inbreeding/Varietal populations Azovskii, Donskoi-60, Harkovskii-7 + inbreeding

ZAKLJUČCI

Na osnovu sopstvenih i rezultata drugih autora mogu se izvesti sledeći zaključci o volovodu (*Orobanche cumana* Wallr.):

- Ova parazitna cvetnica u prethodnih 10-15 godina se naglo širi u više zemalja na suncokretu uz pojavu novih rasa;

- Najnovija saznanja omogućavaju bolje upoznavanje mehanizma parazitiranja volovoda na suncokretu, kao i mehanizma otpornosti (stimulatori ili inhibitori) i udela pojedinih biohemijskih i hemijskih jedinjenja na otpornost;
- Izvori otpornosti prema postojećim rasama volovoda su pronađeni u pojedinim divljim vrstama i ugrađeni u genotipove gajenog sun-

cokreta. Najveću frekvenciju gena za otpornost prema novim rasama volovoda poseduju pojedine populacije *H. tuberosa*;

- U našoj zemlji dominantna je rasa E-volovoda. Prema ovoj rasi su otporni novosadski hibridi Bačvanin, Perun i Šumadinac. Stvorena je obimna nova germplazma koja je otporna prema rasi E volovoda i koja omogućava brzo stvaranje novih hibrida;
- Volovod se može uspešno suzbijati i na bazi herbicida iz grupe imidazolinona uz postojanje otpornih hibrida prema ovoj grupi herbicida (izvor otpornosti iz divljeg *H. annuus*). Ovo najbolje potvrđuje gajenje hibrida RIMI (RIMISOL) i upotreba Pulsar 40 u našoj i nekoliko drugih evropskih zemalja;
- Upotreba molekularnih markera u procesu selekcije ubrzava postizanje željenog cilja (otpornosti).

LITERATURA

1. Jon, C.C., Fernandez-Martinez, J., Ruso, J., Munoz-Ruz, J., 2002: Registration of four Sunflower Germplasms with Resistance to *Orobanche cumana* Race F. Crop Sci. 42: 2217-2218.
2. Kukin, V.F., 1982: Bolezni podsolnečnika i mere borbe s njima. Kolos: 1-75. Moskva
3. Labrousse, P., Armand, M.C., Serieys, H., Berville, A., Thalouarn, P., 2001: Several Mechanisms are Involved in Resistance of *Helianthus* to *Orobanche cumana* Wallr. Annals of Botany 88: 859-868.
4. Labrousse, P., Armand, M.C., Griveau, Y., Fer, A., Thalouarn, P., 2004: Analysis of resistance criteria of sunflower recombined inbred lines against *Orobanche cumana* Wallr.
5. Lu, Y.H., Gagne, G., Grezes-Besset, B., Blanchard, P., 1999: Integration of a molecular linkage group containing the broomrape resistance gene Or 5 into an RFLP map in sunflower. Genome, Vol. 42: 453-456.
6. Matusova, R., Mourik van T., Bouwmeester, H.J., 2004: Changes in the sensitivity of parasite Weed seeds to germination stimulants. Seed Science Research, No 14: 335-344.
7. Pančenko, A.J., Antonova, T.S., 1975.: Protective reaction of resistant forms of sunflower to new races of broomrape (in Russian). Sbornik Vniimk 5-6, Krasnodar.
8. Perez-Vich, B., Aktouch, B., Velasco, L., Fernandez-Martinez, J.M., Knapp, S.J., Leon, A.J., Berry, S.T., (b) 2004: Mapping QTL-s controlling sunflower resistance to broomrape (*Orobanche cumana*). 16 th International Sunflower Conference. Proc. Vol. II: 651-657.
9. Sukno, S., Melero-Vera, J.M., Fernandez-Martinez, J.M., 1999: Inheritance of resistance to *Orobanche cumana* in six sunflower lines. Crop Sci. 39: 674-678.
10. Sanerborn, J., Buschman, H., Giaswand-Ghiasi, K., Kogej, K.-H., 2002: Benzothiadiazole Activates Resistance in Sunflower (*Helianthus Annuus*) to the Rot-Parasitic Weed *Orobanche cumana*. Phytopatology, Vol. 92. No. 1: 59-64.
11. Tang, S., Yu, J.-K., Slabaugh, M.B., Shintani, D.K., Knap, S.J., 2002: Simple sequence repeat map of the sunflower genome. Theor. Appl. Genet 105: 1124-1136.
12. Tang, S., Heesacker, A., Kishore, V.K., Fernandez, A., Sayed, E.S., Cole, G., Knapp, S.J., Leon, A.J., Velasco, L., Fernandez-Martinez, J.M., Berry, S.T., 2004: Quantitative trait loci for broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) resistance in sunflower. Theor. Appl. Genet. 109: 92-102.
13. Vranceanu, A.V., Tudor, V.A., Stoenescu, F.M., Parvu, N., 1980: Virulence groups of *Orobanche cumana* Wallr., Differential hosts and resistance sources and genes in sunflower. Proc. of the 9 th International Sunflower conference: 74-83. Torremolinas